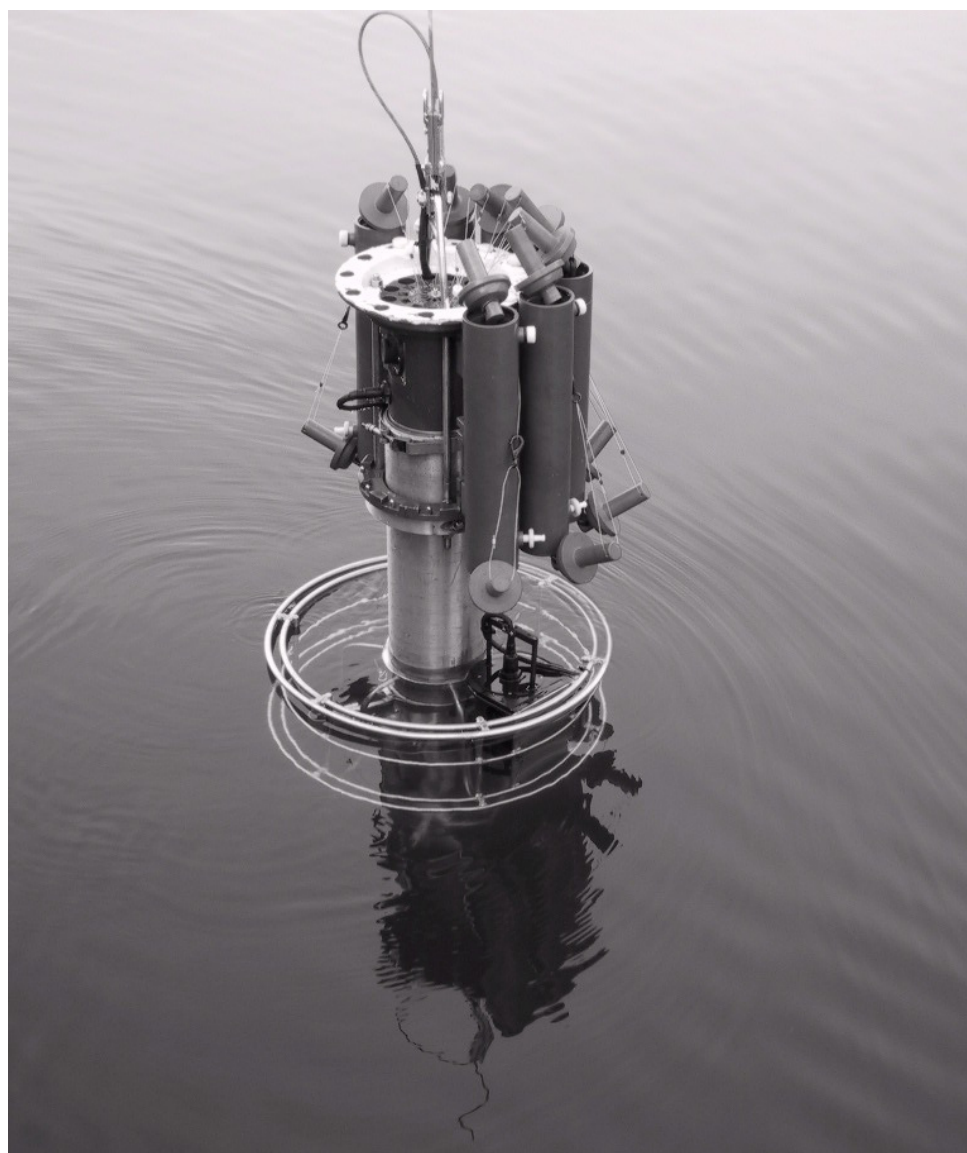




RAPPORT LNR 5546-2008

# Overvåking av Ytre Oslofjord – tilførsler og vannmasseundersøkelser 2007

Fagrapport





**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 2218 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

|  |   |                                |
|--|---|--------------------------------|
| <b>Tittel</b><br>Overvåking Ytre Oslofjord - tilførsler og vannmasseundersøkelser.<br>Fagrapport | <b>Løpenr. (for bestilling)</b><br>5546-2008            | <b>Dato</b><br>2008-01-31      |
|  | <b>Prosjektnr.</b> <b>Undemr.</b><br>27250            5 | <b>Sider</b> <b>Pris</b><br>26 |
| <b>Forfatter(e)</b><br>Naustvoll, Lars J (HI)<br>Selvik, John Rune<br>Sørensen, Kai              | <b>Fagområde</b><br>Overvåking                          | <b>Distribusjon</b>            |
|  | <b>Geografisk område</b><br>Ytre Oslofjord              | <b>Trykket</b><br>NIVA         |

|   |                          |
|---|--------------------------|
| <b>Oppdragsgiver(e)</b><br>Fagrådet for Ytre Oslofjord, SFT. Kontaktperson er Bjørn Svendsen i Fagrådet | <b>Oppdragsreferanse</b> |
|---|--------------------------|

**Sammendrag**

Rapporten gir en kort beskrivelse av undersøkelser og resultater fra vannmasseundersøkelser som er blitt gjennomført i perioden april til desember i 2007. Jordbruk er den største kilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Befolkning og industri bidrar nesten like mye til tilførslene av fosfor, mens befolkning er en vesentlig større nitrogenkilde enn industri. For Frierfjorden, Håøyfjorden og Langesundsfjorden har miljøforholdene i de øvre vannlag og oksygenforholdene i bunnvannet omtrent vært som forventet i forhold til det man har sett i de senere årene. Miljøforholdene ved stasjonene i randsonen er stort sett bra, men i september var det spesielt Drammensfjorden, Iddefjorden og Ringdalsfjorden som viste høyere næringssalt-konsentrasjoner enn forventet. Oksygenmålingene viser at Drammensfjorden, Iddefjorden, Horten og Ramsø fortsatt har dårlige oksygenforhold i bunnvannet. Ved de sentrale stasjonene i Oslofjorden var miljøforholdene om lag som observert de senere årene. Våroppblomstringen fant sted i mars-april, med dominanse av ulike arter av kiselalger. Typisk for sommerperioden var moderate mengder av flagellater og lave næringssalt-konsentrasjoner. Det ble registrert lavere saltholdighet i overflaten i perioden juli til august, samtidig med en økning i næringssaltkonsentrasjonene.

|  |  |
|--|--|
| <b>Fire norske emneord</b><br>1.        marin<br>2.        overvåking<br>3.        vannmasser<br>4.        eutrofi | <b>Fire engelske emneord</b><br>1.        marine<br>2.        monitoring<br>3.        water-masses<br>4.        eutrophication |
|--|--|



Prosjektleder



Fag- og markedsdirektør



Overvåking av Ytre Oslofjord

**Tilførsler og vannmasseundersøkelser**

Fagrapport



## Forord

NIVA og Havforskningsinstituttet (HI) gjennomfører, på oppdrag fra Fagrådet for Ytre Oslofjord og SFT, overvåking av det marine miljøet i Ytre Oslofjord. Den foreliggende rapport gir en kort beskrivelse av undersøkelser og resultater fra vannmasseundersøkelser som er blitt gjennomført i perioden april til desember i 2007. Resultatene vil bli nærmere omtalt og diskutert i årsrapporten for 2007-overvåkingen. Ansvarlig for undersøkelsene av vannmasser er Lars J. Naustvoll fra HI.

Mats Walday fra NIVA er oppdragstakers prosjektleder og Bjørn Svendsen er kontaktperson for oppdragsgiver.

De fleste prøver er samlet inn fra HI's forskningsfartøy "G.M. Dannevig". Anders Flingtorp har samlet inn prøver i Hvalerområdet.

Oslo, 31. januar 2008

*Mats Walday*

---





# **Innhold**

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>Sammendrag</b>            | <b>5</b>  |
| <b>1. Innledning</b>         | <b>6</b>  |
| <b>2. Tilførsler</b>         | <b>6</b>  |
| <b>3. Frie vannmasser</b>    | <b>10</b> |
| 3.1 Innsamlinger             | 11        |
| 3.1.1 Parametere og analyser | 12        |
| 3.2 Resultater               | 12        |
| <b>4. Referanser</b>         | <b>25</b> |

---



## Sammendrag

Overvåkningsprogrammet av vannmassene (pelagialen) i Ytre Oslofjord skal fremskaffe informasjon om miljøtilstand og tilførsel med fokus på næringssalter (eutrofiering). Rapporten gir en kort beskrivelse av undersøkelser og resultater av fysiske og kjemiske forhold som er blitt gjennomført i 2007.

Jordbruk er den største kilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Befolkning og industri bidrar nesten like mye til tilførslene av fosfor, mens befolkning er en vesentlig større nitrogenkilde enn industri. Akvakultur er en marginal aktivitet, og derfor en marginal kilde for næringssalttilførsler til dette området.

For Frierfjorden, Håøyfjorden og Langesundsfjorden har miljøforholdene i de øvre vannlag og oksygenforholdene i bunnvannet i 2007 omtrent vært som forventet i forhold til det man har sett i de senere årene.

Miljøforholdene ved stasjonene i randsonen er stort sett bra, men i september var det spesielt Drammensfjorden, Iddefjorden og Ringdalsfjorden som viste høyere næringssalt-konsentrasjoner enn forventet i overflatelaget. Oksygenmålingene viser at lokalitetene "Drammensfjorden", "Iddefjorden" og "Ramsø" fortsatt har reduserte oksygenforhold i bunnvannet. Ved stasjonen "Horten" ble det registrert  $H_2S$ , i bunnvannet.

Også ved de sentrale stasjonene i den geografiske Oslofjorden var miljøforholdene om lag som observert de senere årene. Våroppblomstringen fant sted i mars-april, med dominanse av ulike arter av kiselalger. Typisk for sommerperioden var moderate mengder av flagellater og lave næringssalt-konsentrasjoner. Det ble registrert lavere saltholdighet i overflaten i perioden juli til august, samtidig med en økning i næringssaltkonsentrasjonene.

---

## 1. Innledning

Overvåkningsprogrammet for de frie vannmasser skal fremskaffe informasjon om miljøtilstanden og tilførsel med fokus på næringssalter (eutrofiering). Programmet skal fremskaffe en årlig oversikt over tilførsler og konsentrasjoner av næringssalter, tilstand og organisk belastning i fjordsystemet. I overvåkningsprogrammet er det tatt hensyn til krav i EU's vannrammedirektiv (VRD) og SFT's klassifisering av miljøkvaliteten. I tillegg til kjemiske parametre samles det inn prøver for analyser av planteplanktonet og klorofyll-a.

Det vil bli produsert årlige fagrapporter fra undersøkelsene av vannmasser og beregning av tilførsler i Ytre Oslofjord. Rapporteringen er her holdt i en enkel form med presentasjon av metodikk, omfang av prøvetaking og resultater. Vurderingen av resultatene blir gjort i en årsrapport i begynnelsen av 2008. Det blir også laget fagrapporter for bløtbunns- og hardbunnsundersøkelsene.

## 2. Tilførsler

Tilførselsdata fra norske kilder sammenstilles hvert år som del av Statlig program for forurensningsovervåking (Selvik et al. 2007). Dette er teoretisk beregnede tilførsler basert på de nasjonale registre over ulike utslippskilder samt koeffisienter for tap av næringsalter fra jordbruksmark.

Avløpsdata hentes fra KOSTRA-systemet og er gjenstand for kvalitetssikring fra SSB (SFT-oppdrag). Industridata hentes fra industriens egenrapportering til SFT mht. til utslipp av ulike komponenter. Akvakultur baseres på innrapporterte produksjonsparametre i systemet ALTINN som NIVA benytter til å beregne utslipp av nitrogen og fosfor. Jordbrukstilførsler baseres på tapskoeffisienter som utarbeides av Bioforsk hvert år, bl.a. på basis av måledata i JOVA-felt og årlig statistikk fra tilskuddsordningene.

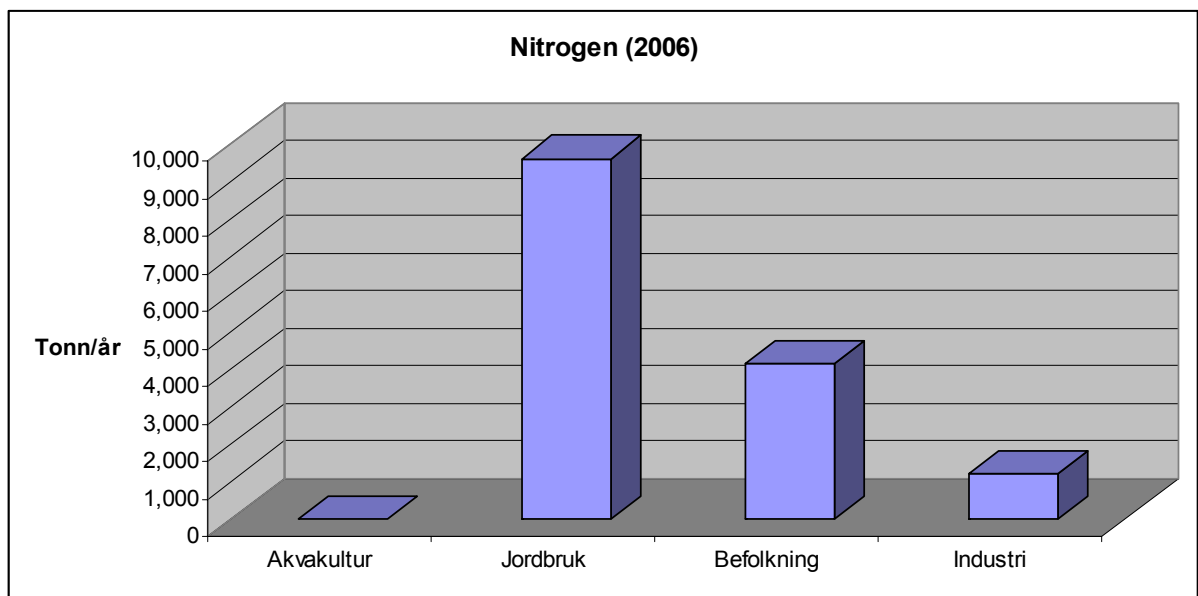
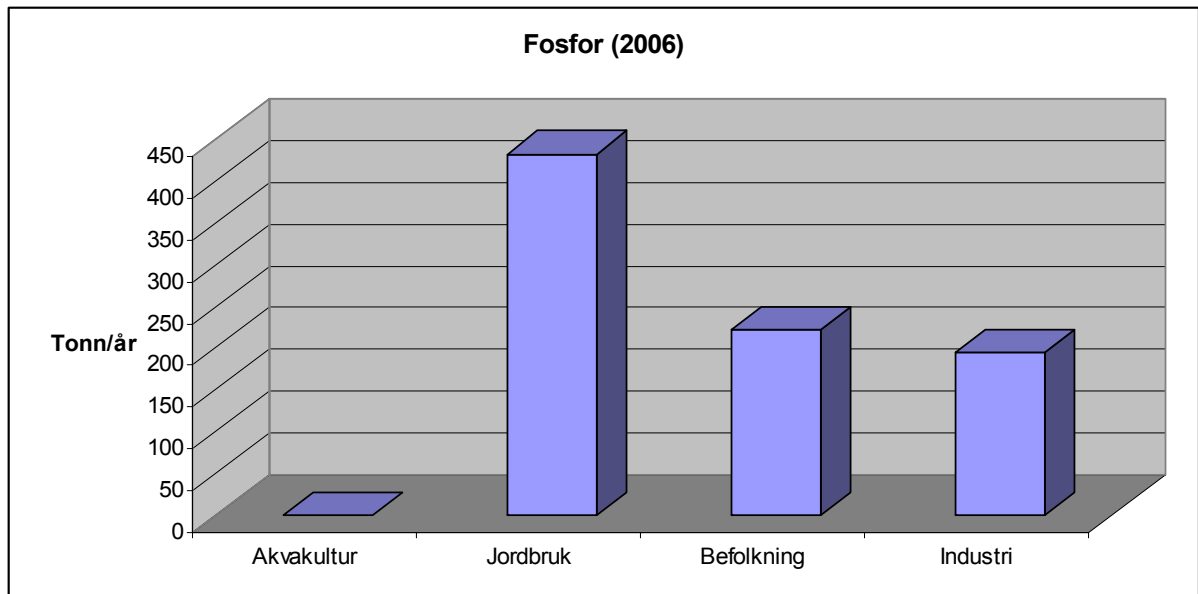
Data fra vassdragsområdene rundt ytre Oslofjord er hentet ut og sammenstilt i figurer og kart som vist nedenfor. Data er hentet fra vassdragsområdene 1-4 og 10-17.

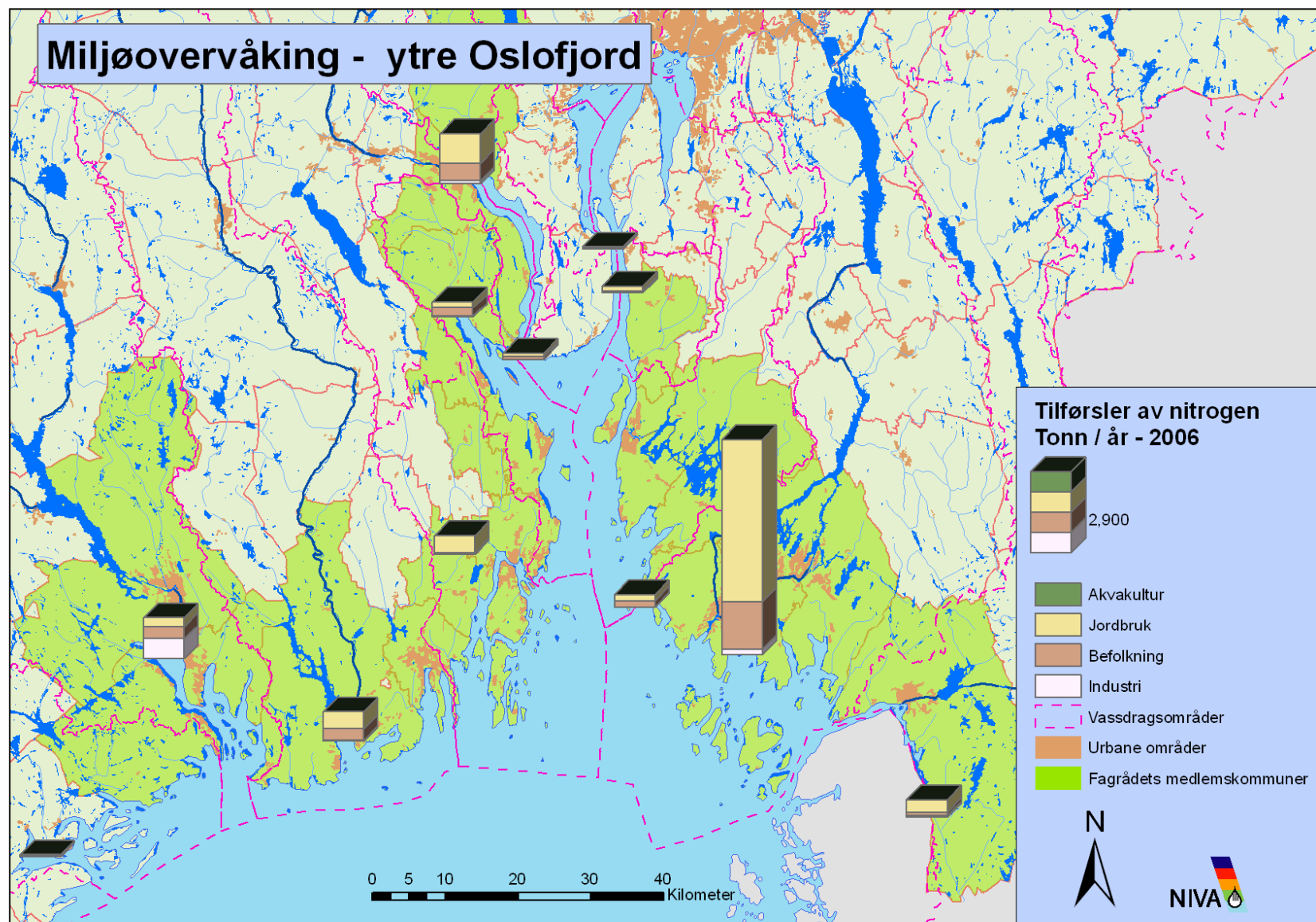
Jordbruk er den største kilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Befolkning og industri bidrar nesten like mye til tilførslene av fosfor, mens befolkning er en vesentlig større nitrogenkilde enn industri. Akvakultur er en marginal aktivitet, og derfor en marginal kilde for næringssalttilførsler til dette området.

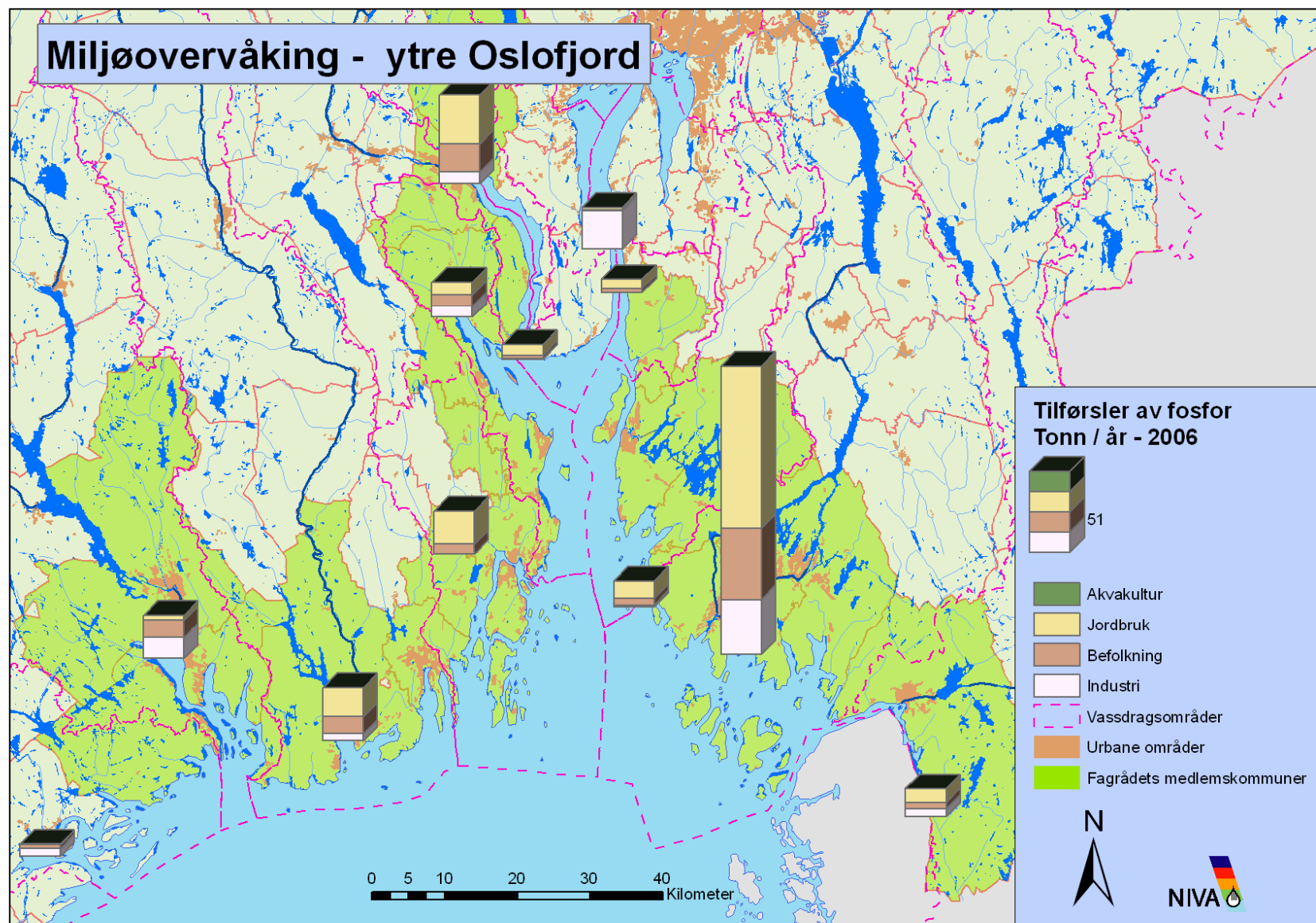
Teotil-rapporten påpeker at det er en del ukvantifisert usikkerhet knyttet til tilførselstallene og spesielt pekes det på at industri-tilførslene bør kunne forbedres.

Tilførslene til indre Oslofjord og eksport ut fra indre Oslofjord er ikke tatt med. Langtransporterte næringssalter med havstrømmene er ikke tatt med.

---





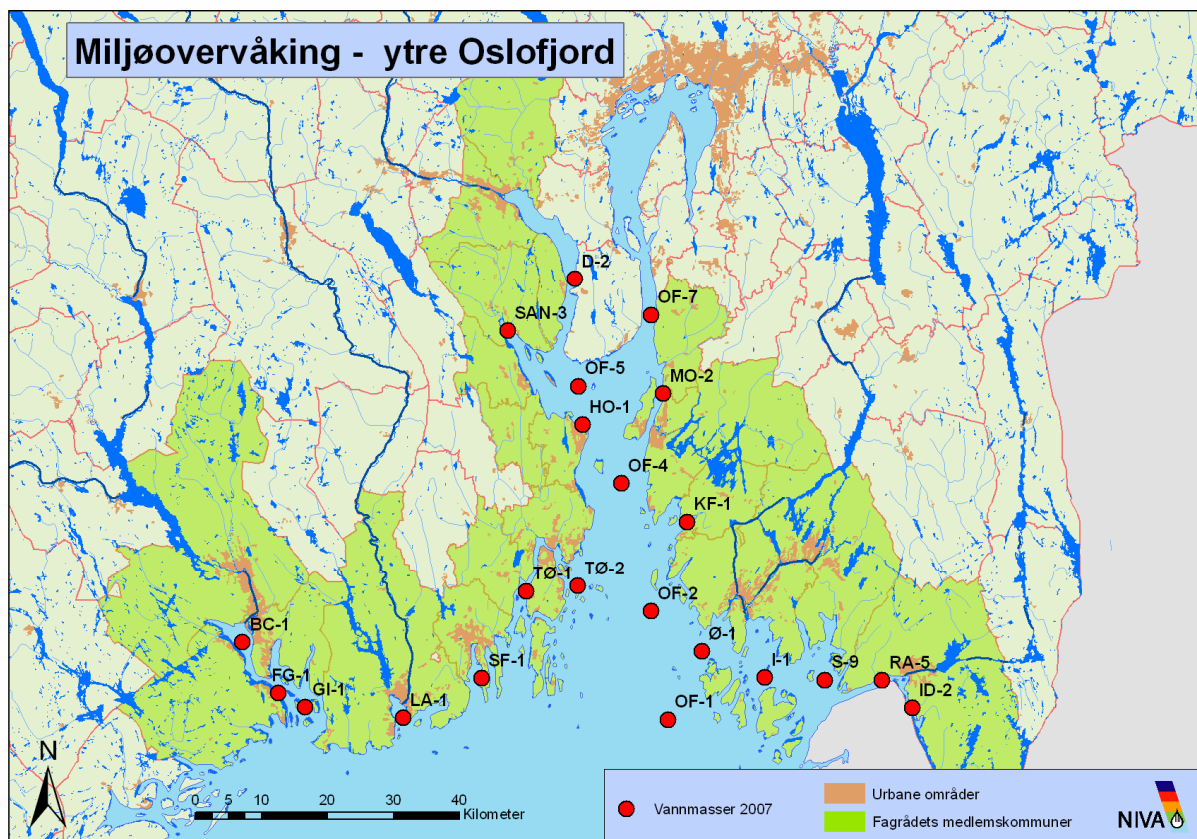


### 3. Frie vannmasser

Vi har valgt å dele inn stasjonene i Ytre Oslofjord i to grupper. De ”sentrale stasjonene” skal dekke de sentrale delene av hovedfjorden, samt stasjoner i Grenland. Stasjonene som ligger i ulike sidefjorder og tettere mot land har vi definert som ”randsoner stasjoner”. Tabell 1 angir hvilke stasjoner som har inngått i undersøkelsene i 2007. Stasjonene er vist på kart i Figur 1.

**Tabell 1.** Oversikt over stasjoner som er blitt undersøkt i 2007.

| Sentrale vannmasser | Randsonen               |
|---------------------|-------------------------|
| OF 1                | Drammensfjorden (D-2)   |
| OF 2                | Larviksfjorden (LA-1)   |
| OF 4                | Sandefjord (SF-1)       |
| OF 5                | Vestfjord (TØ-1)        |
| OF 7                | Vallø (TØ-2)            |
| Frierfjorden (BC-1) | Horten Havn (HO-1)      |
| Langesund (FG-1)    | Sandebukta (SAN-3)      |
| Håøyfjorden (GI-1)  | Kippenes (MO-2)         |
|                     | Krokstadsfjorden (KF-1) |
|                     | Leira (Ø-1)             |
|                     | Ramsø (I-1)             |
|                     | Ringdalsfjorden (RA-5)  |
|                     | Haslau (S-9)            |
|                     | Kjellvik (ID-2)         |



**Figur 1.** Stasjoner for prøvetaking i vannmassene i 2007.



### 3.1 Innsamlinger

I Tabell 2 og Tabell 3 er datoene for deknings av Ytre Oslofjord angitt. I tillegg til disse er det foretatt 2 deknings av DNV (31. januar og 28. februar). I forbindelse med disse dekningene er følgende stasjoner inkludert: OF 1, OF 2, OF 4, OF 5, C-1, GI-1, D-2, I-1, RA-5, MO-2, TØ-1 og SF-1.

**Tabell 2.** Datoer for dekning av stasjoner i sentrale vannmasser i 2007. I tillegg ble det samlet inn ekstra prøver for planteplankton-analyser 9. september med Ferry-box.

| Sentrale vannmasser | FF G.M. Dannevig |        |        |        | Ferry-box |               |        |
|---------------------|------------------|--------|--------|--------|-----------|---------------|--------|
| OF 1                | 27 apr           | 23 jun | 23 aug | 26 sep | 18 jul    | 7 aug, 23 aug | 11 des |
| OF 2                | 28 apr           | 24 jun | 21 aug | 27 sep | 18 jul    | 7 aug, 23 aug | 11 des |
| OF 4                | 28 apr           | 24 jun | 21 aug | 28 sep | 18 jul    | 7 aug, 23 aug | 11 des |
| OF 5                | 28 apr           | 24 jun | 21 aug | 1 okt  |           |               |        |
| OF 7                | 28 apr           | 24 jun | 21 aug | 28 sep | 18 jul    | 7 aug, 23 aug | 11 des |
| Frierfjorden (BC-1) | 27 apr           | 23 jun | 20 aug | 24 sep |           |               |        |
| Langesund (FG-1)    | 27 apr           | 23 jun | 20 aug | 24 sep |           |               |        |
| Håøyfjorden (GI-1)  | 27 apr           | 23 jun | 20 aug | 24 sep |           |               |        |

**Tabell 3.** Datoer for dekning av stasjoner i randsonen i 2007.

| Randsonen              | FF G.M. Dannevig | MS Pilen |       |
|------------------------|------------------|----------|-------|
| Drammensfjorden (D-2)  | 1 okt            |          |       |
| Larviksfjorden (LA-1)  | 24 sep           |          |       |
| Sandefjord (SF-1)      | 24 sep           |          |       |
| Vestfjord (TØ-1)       | 25 sep           |          |       |
| Vallø (TØ-2)           | 25 sep           |          |       |
| Horten Havn (HO-1)     | 2 okt.           |          |       |
| Sandebukta (SAN-3)     | 2 okt            |          |       |
| Kippenes (MO-2)        | 28 sep           |          |       |
| Krokstadfjorden (KF-1) | 28 sep           |          |       |
| Leira (Ø-1)            | 27 sep           | 19 jul   | 7 aug |
| Ramsø (I-1)            | 26 sep           | 19 jul   | 7 aug |
| Ringdalsfjorden (RA-5) | 26 sep           | 19 jul   | 7 aug |
| Haslau (S-9)           | 26 sep           | 19 jul   | 7 aug |
| Kjellvik (ID-2)        | 26 sep           | 19 jul   | 7 aug |

Ved de sentrale stasjonene er det foretatt prøvetakning i ICES standarddyp fra overflaten til dypeste dyp (0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300m osv) når disse stasjonene ble dekket med FF G.M. Dannevig. Ved dekning av de sentrale stasjonene (OF 1, OF 2, OF 4 og OF 7) ved hjelp av Ferrybox-systemet foretas prøvetakningen i 4m dyp. I forbindelse med dekningen av randsonen i september/oktober ble det foretatt prøvetakning i hele vannsøylen fra overflaten ned til dypeste dyp ved å benytte standarddyp. Ved dekningen i Hvaler området i juli og august ble det foretatt innsamlinger i 2 og 20m dyp.

Kjemiske parameterne (nitrat, nitritt, fosfat, silikat, total nitrogen, total fosfor og oksygen) og fysiske (saltholdighet og temperatur) samles fra alle dyp da FF G.M. Dannevig ble benyttet. Klorofyll a er samlet fra standarddypene ned til og med 50m eller dypeste dyp dersom grunnere en 50m. Planteplankton analyseres i en blandingsprøve fra dypene 0 og 5m, samt i et vertikalt håvtrekk. Fra Ferrybox-systemet er alle prøver tatt inn i 4m dyp. Det er ikke foretatt innsamlinger av prøver for oksygen analyser ved disse dekningene. Planteplankton er kun innsamlet ved juli dekningen og ikke i desember. I forbindelse med dekningen i Hvaler områder er det tatt ut prøver til kjemiske analyser i 2

og 20 m dyp. Det ble ikke foretatt innsamling for oksygen og planteplankton i forbindelse med disse dekningene.

### 3.1.1 Parametere og analyser

I forbindelse med dekningene ble det samlet inn fysiske, kjemisk og biologiske prøver (se over for unntak). Følgende parametere har inngått i prøvetakningsprogrammet i 2007:

|             |   |
|-------------|---|
| Fysiske:    | Saltholdighet, temperatur, siktdyp  |
| Kjemiske:   | Nitrat, nitritt, fosfat, silikat, total nitrogen, total fosfor og oksygen                   |
| Biologiske: | Klorofyll-a, klorfyll-a fluorescens, kvalitative og kvantitative analyser av planteplankton |

Alle kjemiske prøver innsamlet i forbindelse med deknings gjennomført av FF G.M. Dannevig er analysert ved Havforskningsinstituttets kjemilaboratorium i Flødevigen. Kjemiske prøver samlet inn i forbindelse med Ferrybox-systemet og ekstra dekning i Hvaler er analysert ved NIVA's kjemilaboratorium i Oslo. Alle analyser er foretatt i henhold til de metoder som er beskrevet i prosjektbeskrivelsen.

Alle planteplankton prøver er analysert ved Havforskningsinstituttets algelaboratorium i Flødevigen. Analysene er foretatt i henhold til Norsk Standard for kvantifisering av planteplankton.

I forbindelse med rapporteringen er det benyttet data fra Havforskningsinstituttets interne overvåkningsprogram for de sentrale stasjonene i januar og februar. I tillegg er det inkludert en Ferrybox dekning fra NIVA's interne program i august.

## 3.2 Resultater

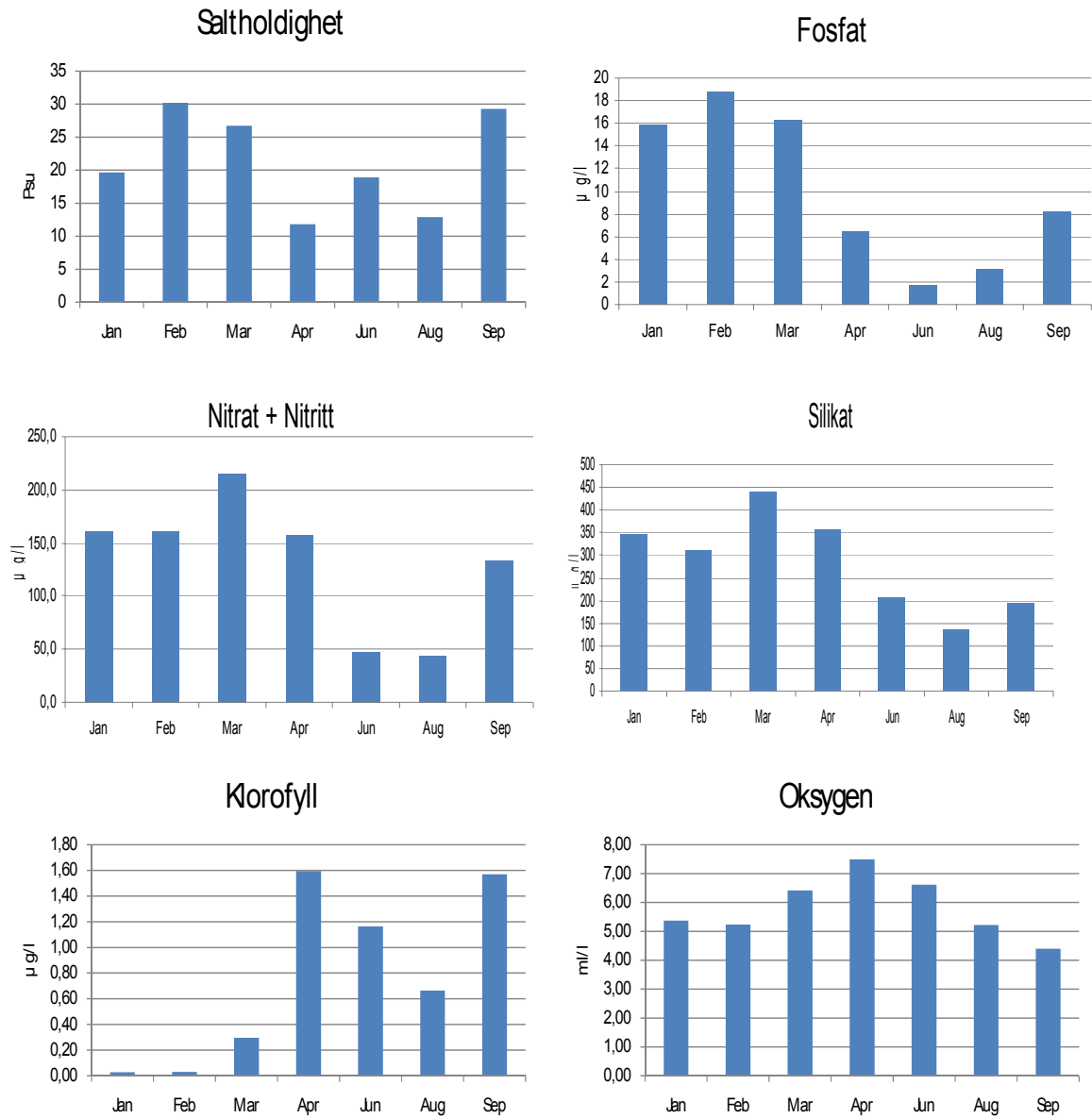
I denne fagrapporten er utvalgte resultater presentert i figurer. En mer utfyllende beskrivelse og tolkning av disse resultatene, samt presentasjon av data som ikke er inkludert her (eks planteplankton), vil foreligge i Årsrapporten som sammenstilles i begynnelsen av 2008.

For Frierfjorden, Håøyfjorden og Langesundsfjorden (Figur 2 - Figur 7) har miljøforholdene i de øvre vannlag i 2007 omtrent vært som forventet i forhold til det man har sett i de senere årene. Oksygenforholdet i bunnvannet i Frierfjorden var i 2007 omtrent som observert i senere årene. Oksygenforholdene i bunnvannet i Langesundsfjorden og Håøyfjorden er som forventet etter ca 1980.

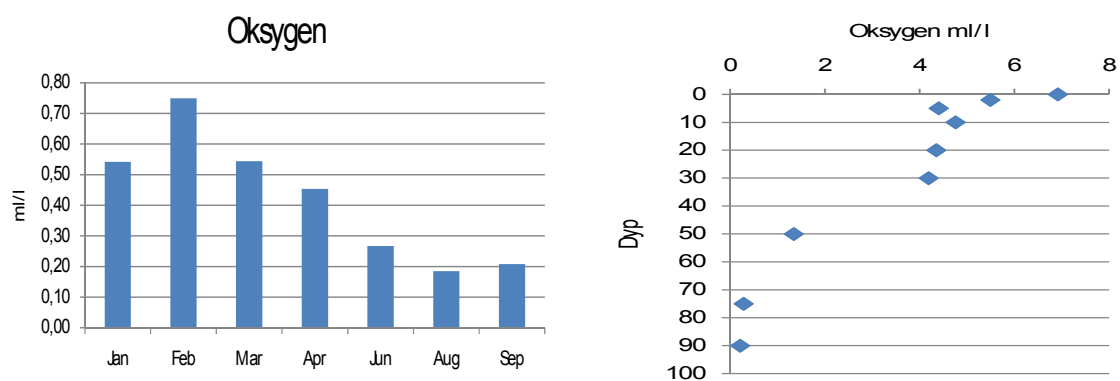
Miljøforholdene ved stasjonene i randsonen er stort sett bra (Figur 8 - Figur 9). Ved enkelte lokaliteter er det fortsatt en del belastning og noen er mer utsatt for lokale tilførsler. I september 2007 var det spesielt Drammensfjorden, Iddefjorden og Ringdalsfjorden som viste høyere næringssaltkonsentrasjoner enn forventet i overflatelaget. Forhøyede konsentrasjoner er forårsaket av lokal avrenning. Oksygenmålingene viser at lokalitetene "Drammensfjorden", "Iddefjorden" og "Ramsø" fortsatt har reduserte oksygenforhold i bunnvannet. Ved stasjonen "Horten" ble det, som eneste stasjon, registret  $H_2S$ , i bunnvannet. Det pågikk en stor oppblomstring av ulike kiselalger på dette tidspunktet ved denne stasjonen, noe som ikke forbedret oksygenforholdene i bunnvannet.

Også ved de sentrale stasjonene i den geografiske Oslofjorden (OF -1 til OF -7, Figur 10 - Figur 19) var miljøforholdene om lag som observert de senere årene. Våroppblomstringen fant sted i mars-april, med dominanse av ulike arter av kiselalger. Våroppblomstringen resulterte i en kraftig nedgang i de uorganiske næringssaltene: nitrat, fosfat og silikat. Typisk for sommerperioden var moderate mengder av flagellater og lave næringssaltkonsentrasjoner. Det ble registrert lavere saltholdighet i overflaten i

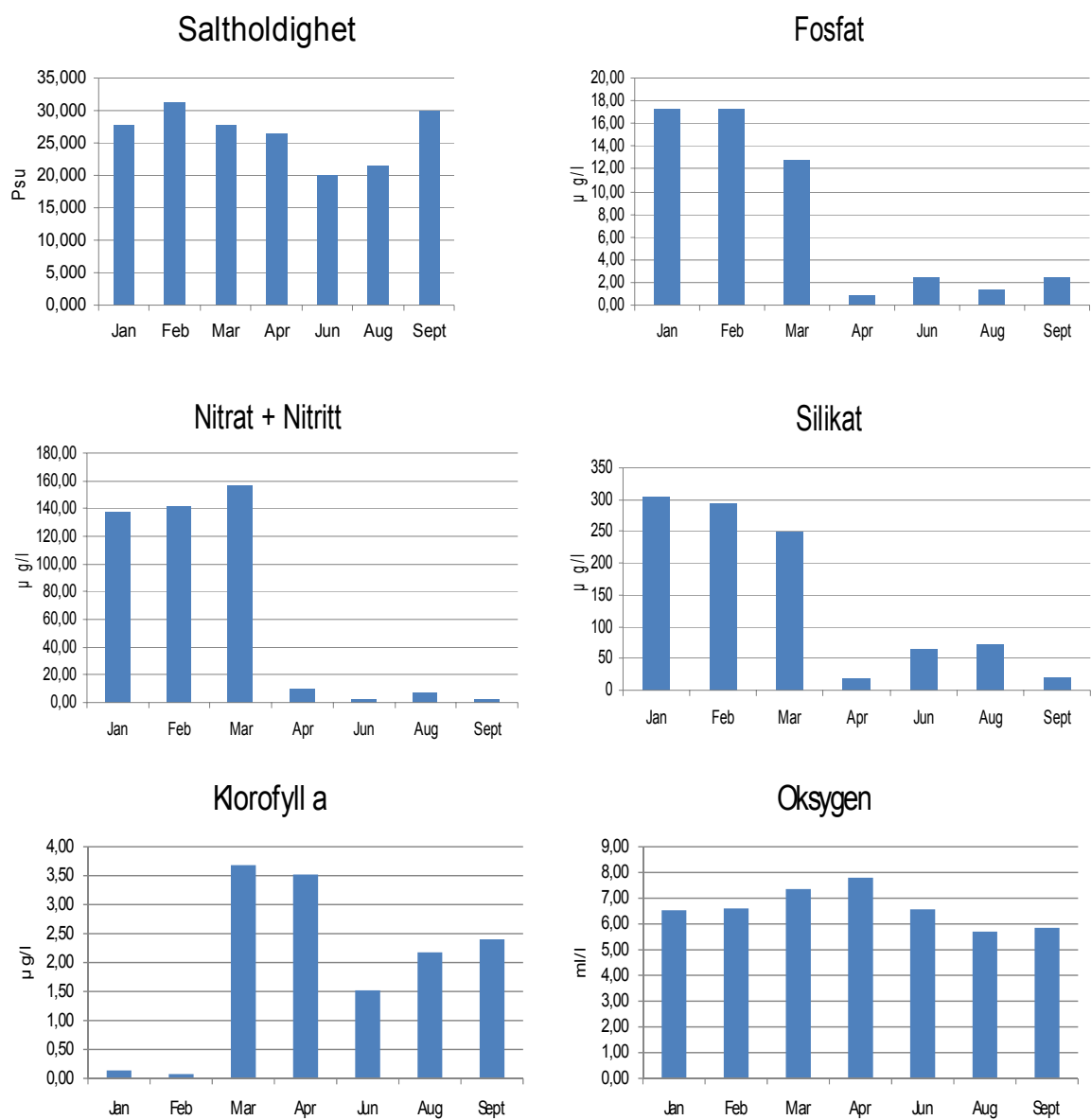
perioden juli til august. I denne perioden ble det også registrert økning i næringssaltkonsentrasjonene. Det ble ikke observert noen større oppblomstringer av dinoflagellater høsten 2007, men enkelte mer eller mindre lokale oppblomstringer av kiselalger.



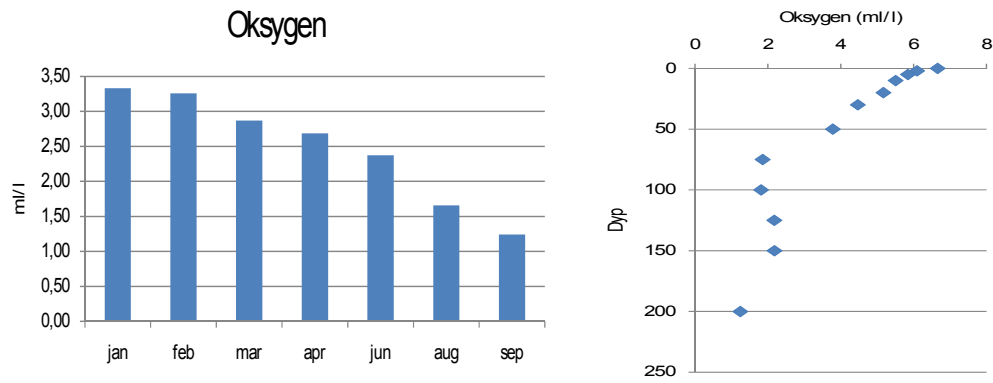
**Figur 2.** Saltnedhold, Fosfat, Nitrat + Nitritt, silikat, klorofyll a og oksygen i 5 meters dyp ved stasjonen "Frierfjorden" i 2007.



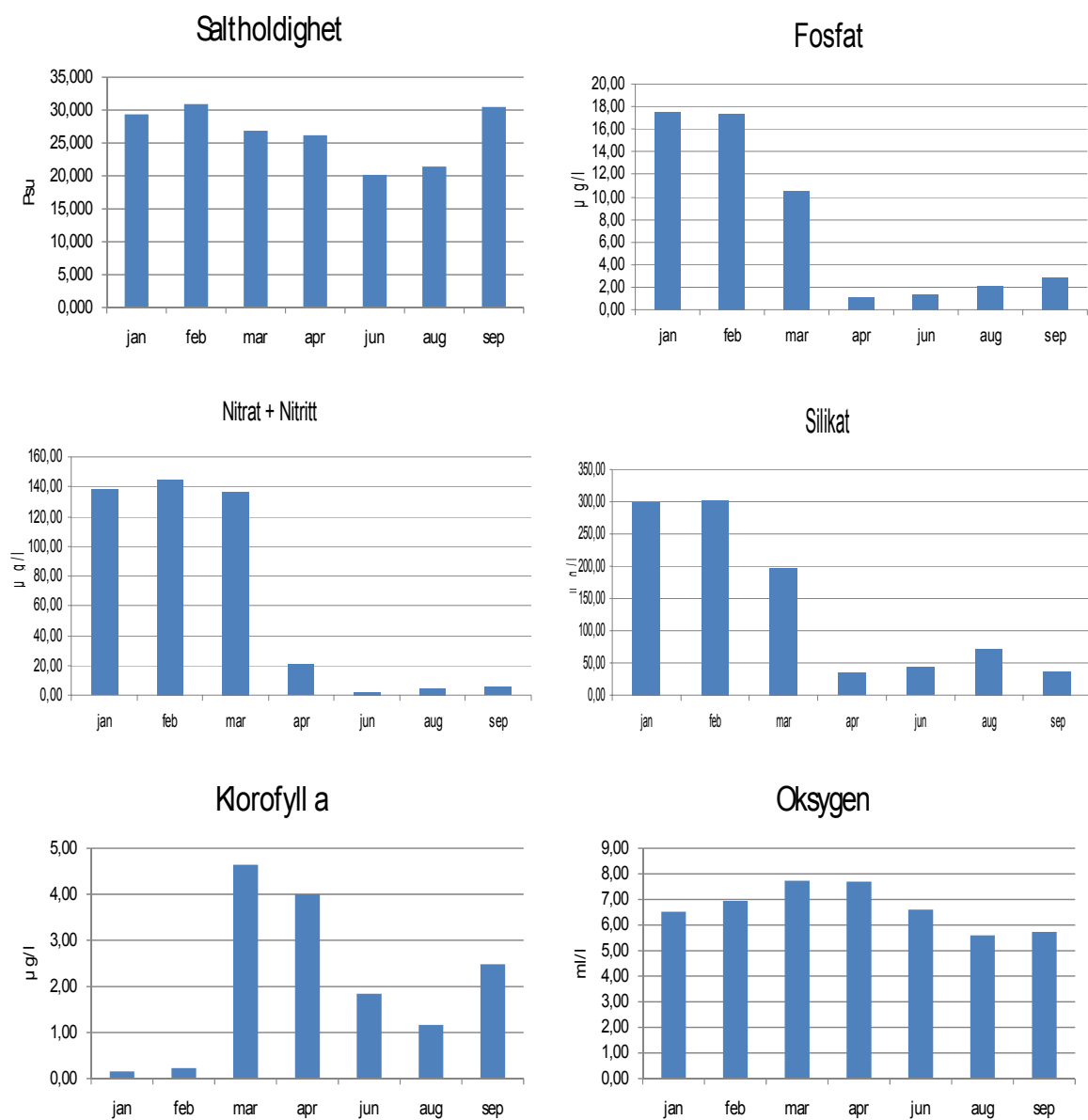
**Figur 3.** Utviklingen av oksygen i bunnvannet ved "Frierfjorden" og en vertikal profil av oksygenmengden i september 2007.



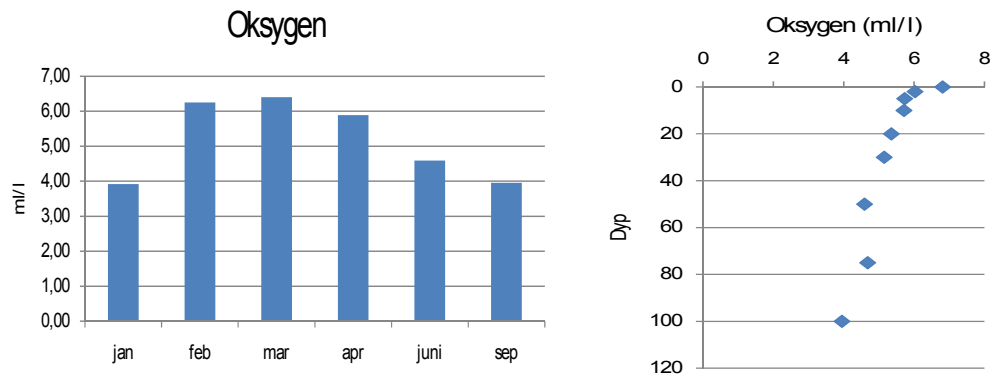
**Figur 4.** Saltholdighet, Fosfat, Nitrat + Nitritt, silikat, klorofyll a og oksygen i 5 meters dyp ved stasjonen "Håøyfjorden" i 2007.



**Figur 5.** Utviklingen av oksygen i bunnvannet ved "Håøyfjorden" og en vertikal profil av oksygenmengden i september 2007.

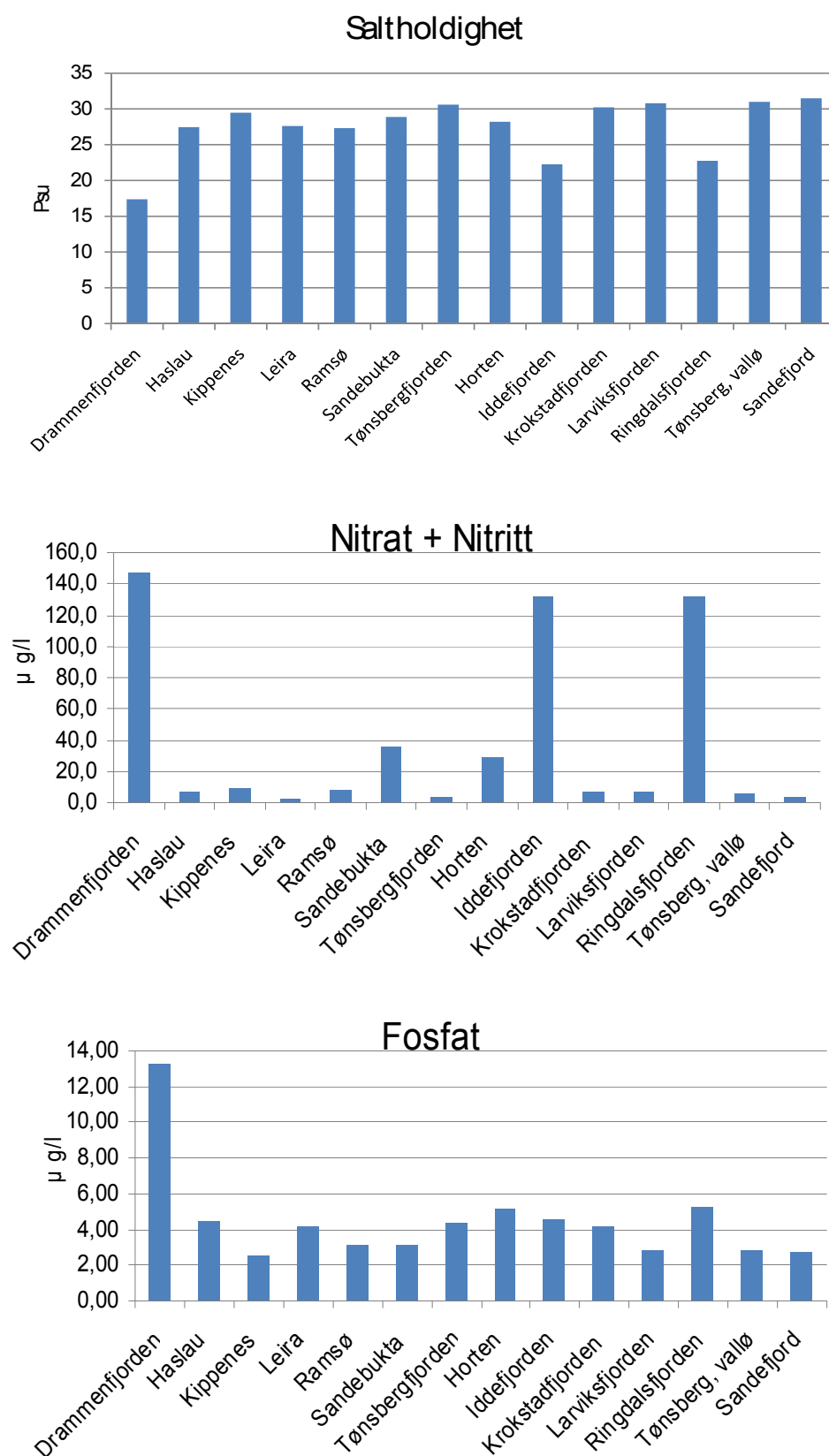


**Figur 6.** Saltnedholdighet, Fosfat, Nitrat + Nitritt, silikat, klorofyll a og oksygen i 5 meters dyp ved stasjonen "Langesundfjorden" i 2007.

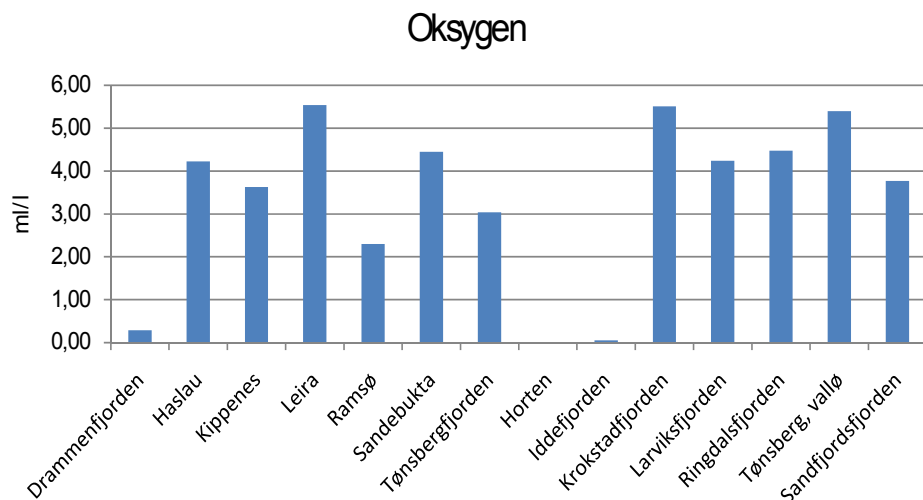


**Figur 7.** Utviklingen av oksygen i bunnvannet ved ”Langesundfjorden” og en vertikal profil av oksygenmengden i september 2007.

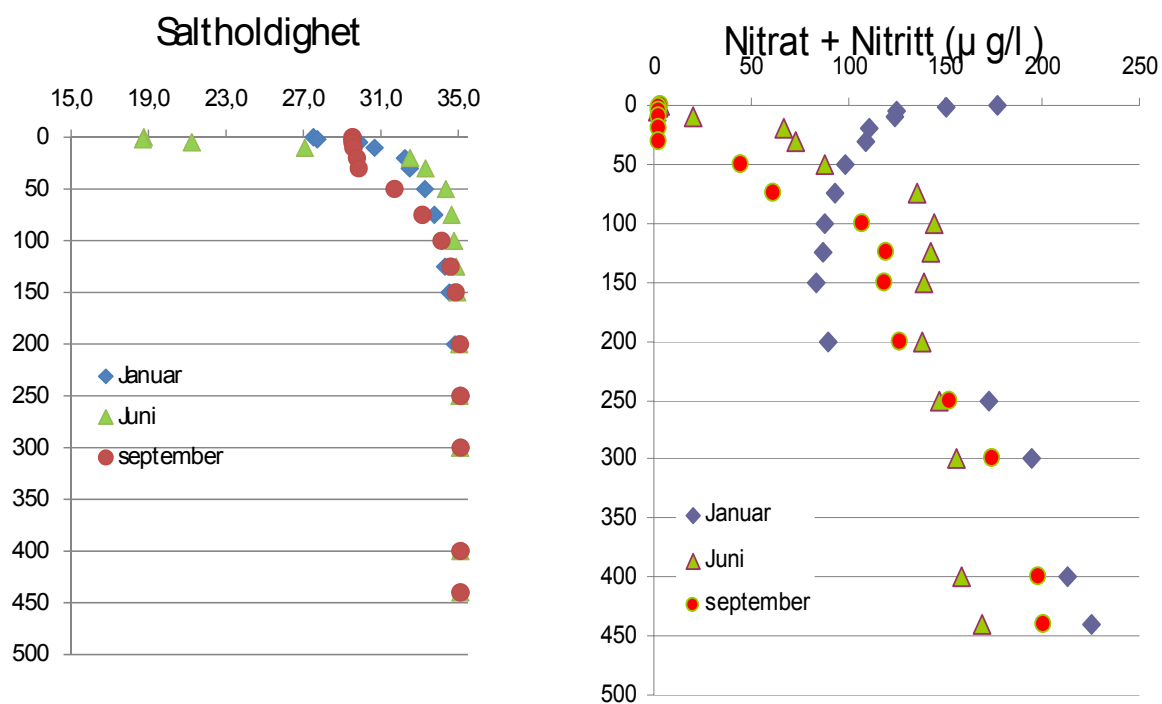




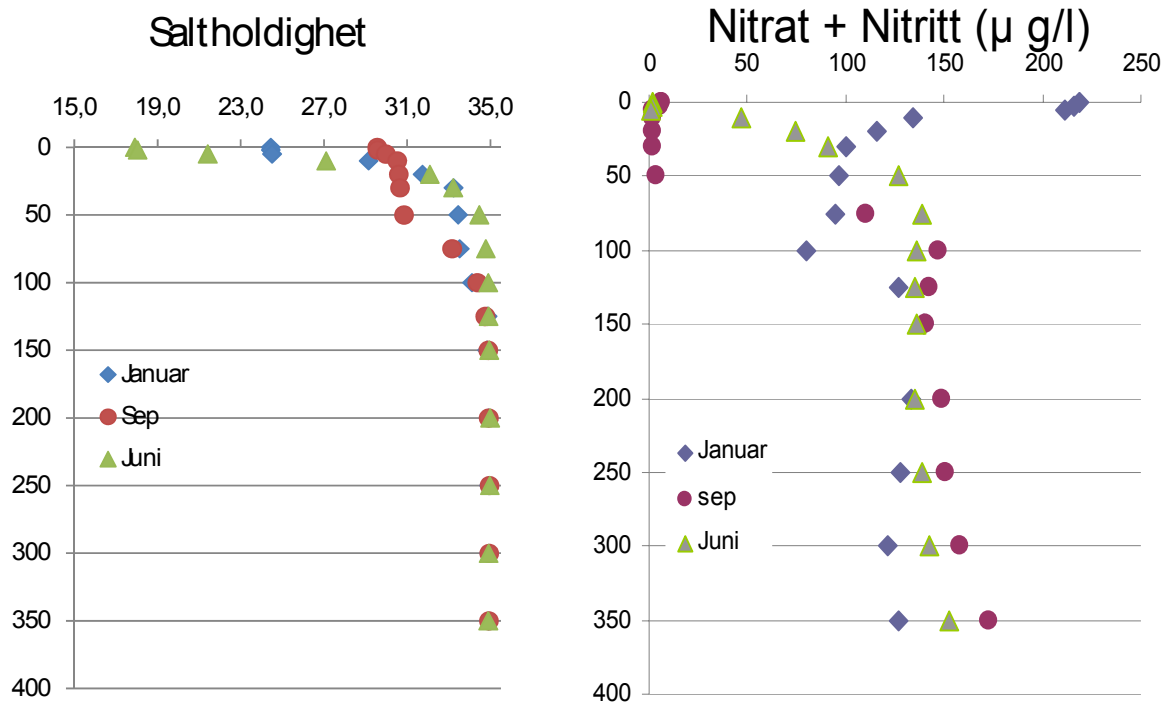
**Figur 8.** Saltholdighet, Nitrat + Nitritt og Fosfat ved stasjonene i "randsonen" i 5 meter dyp i september 2007.



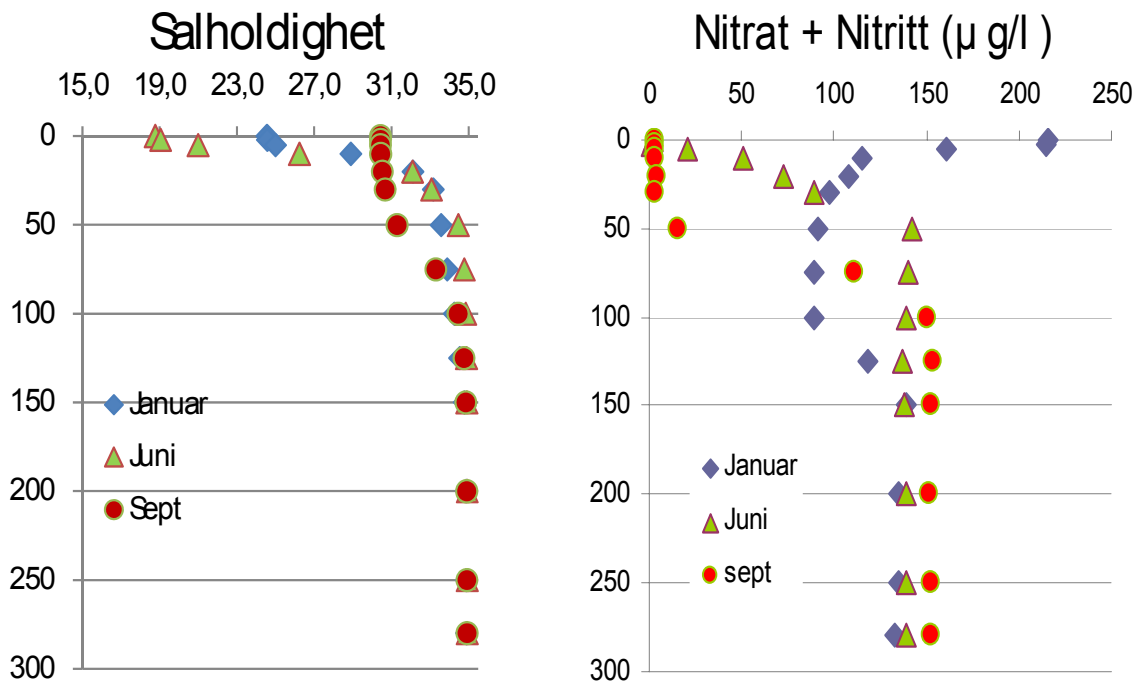
**Figur 9.** Oksygenmengden i dypeste dyp ved stasjonene i "randsonen" i september 2007. Ved stasjonen "Horten" ble det målt  $H_2S$  i bunnvannet på det aktuelle tidspunktet. I tillegg ble det registrert lave konsentrasjoner av oksygen ved stasjonene "Drammenfjorden", "Iddefjorden" og "Ramsø".



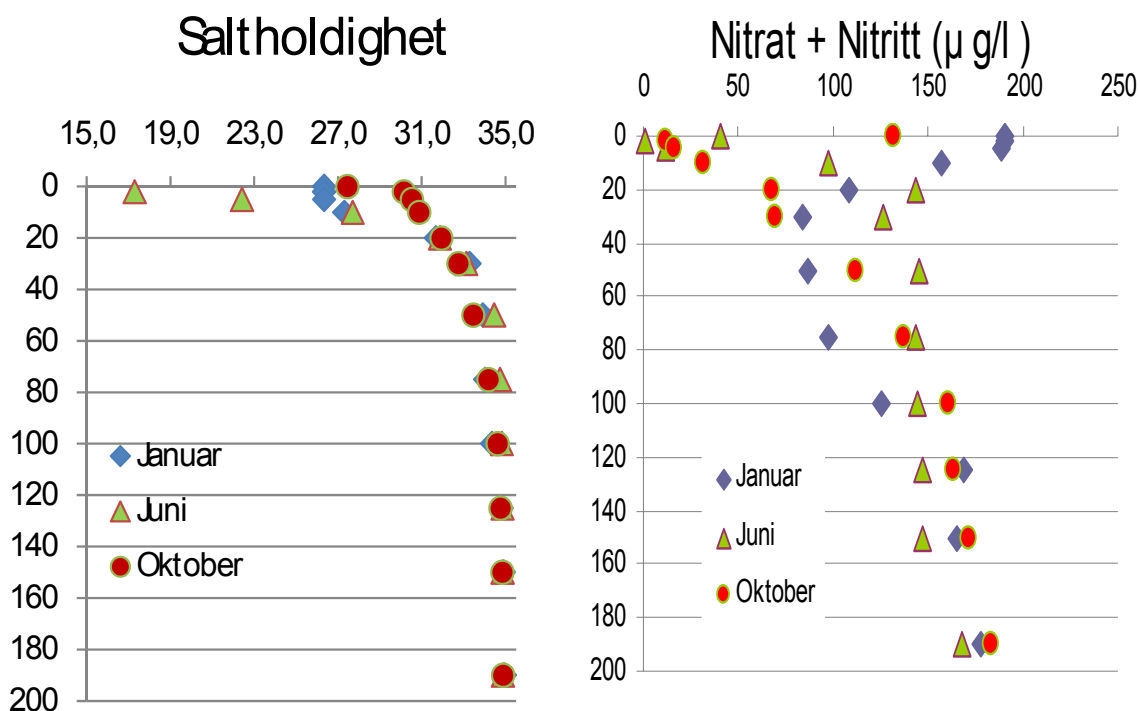
**Figur 10.** Vertikalprofiler av saltholdighet og Nitrat + Nitritt konsentrasjonen ved stasjonen "OF-1" i januar, juni og september.



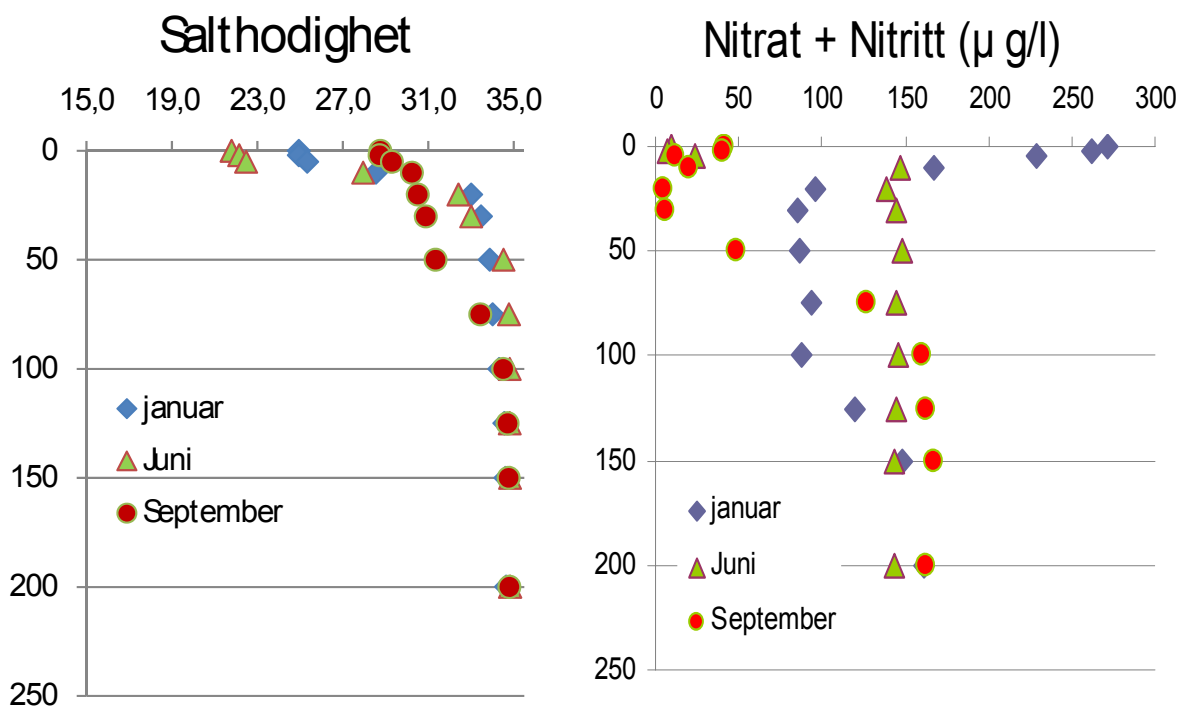
**Figur 11.** Vertikalprofiler av saltholdighet og Nitrat + Nitritt konsentrasjonen ved stasjonen "OF-2" i januar, juni og september.



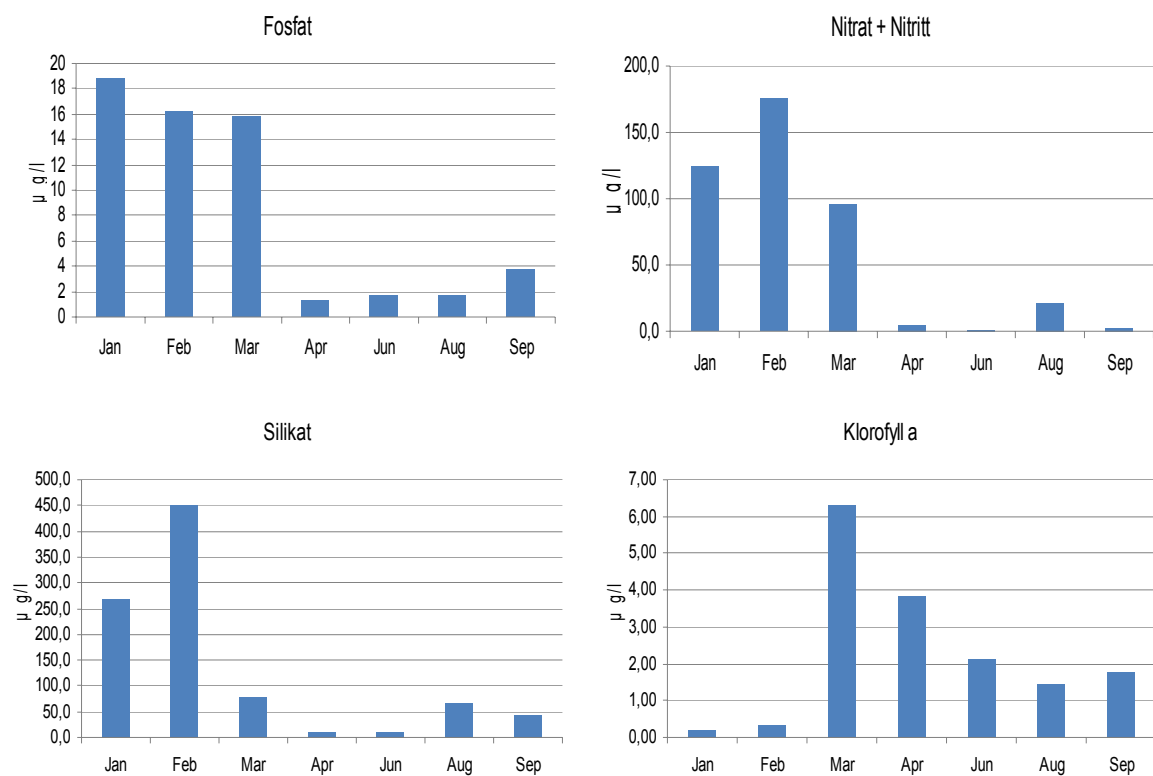
**Figur 12.** Vertikalprofiler av saltholdighet og Nitrat + Nitritt konsentrasjonen ved stasjonen "OF-4" i januar, juni og september.



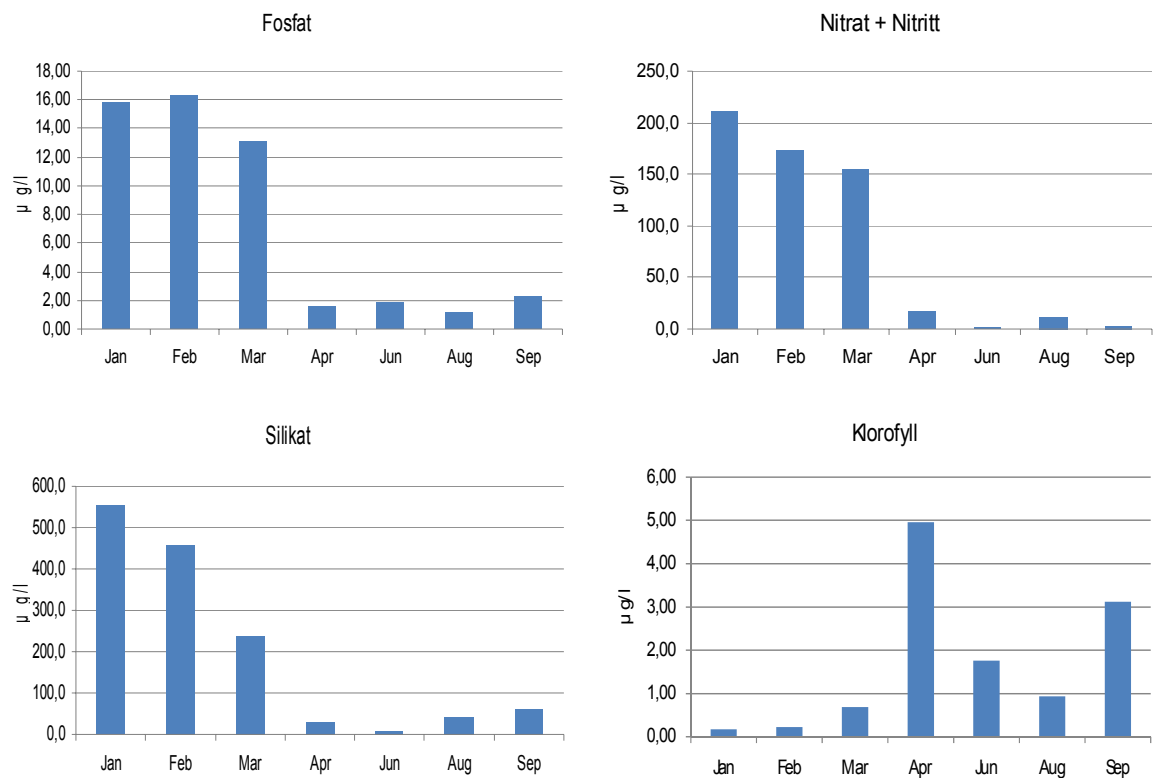
**Figur 13.** Vertikalprofiler av saltholdighet og Nitrat + Nitritt konsentrasjonen ved stasjonen "OF-5" i januar, juni og september.



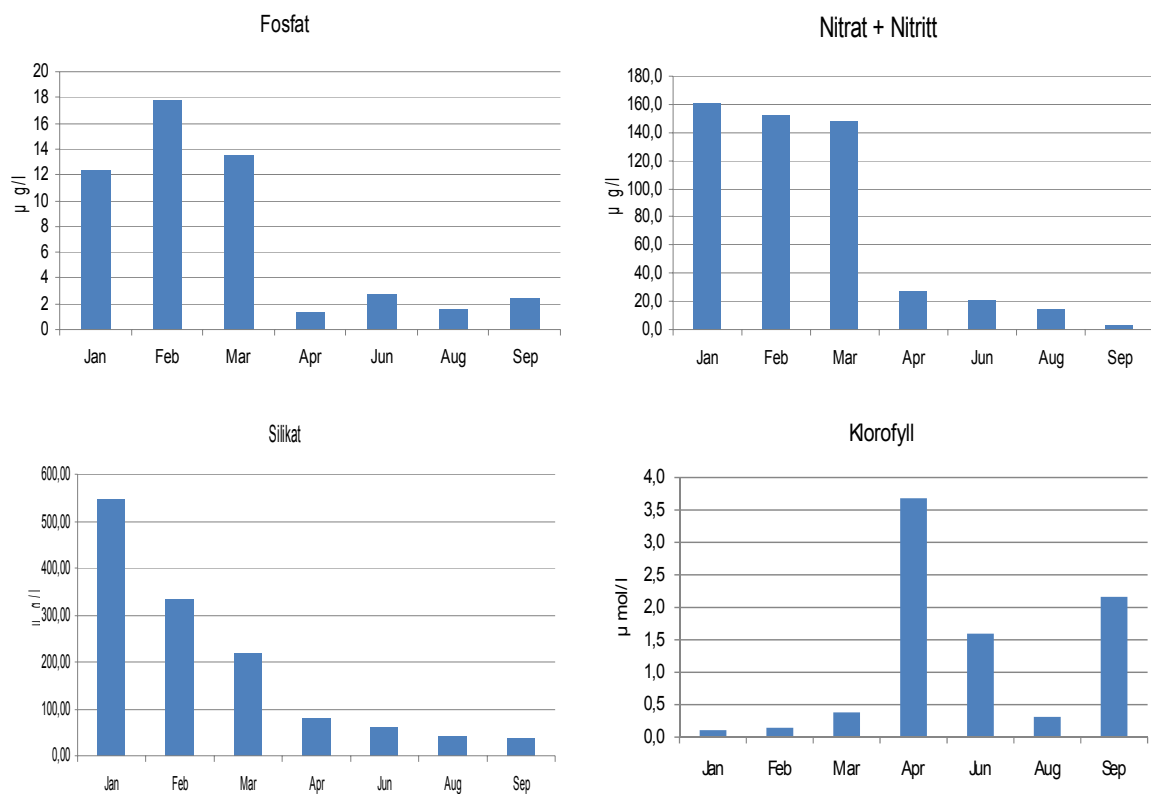
**Figur 14.** Vertikalprofiler av saltholdighet og Nitrat + Nitritt konsentrasjonen ved stasjonen "OF-7" i januar, juni og september.



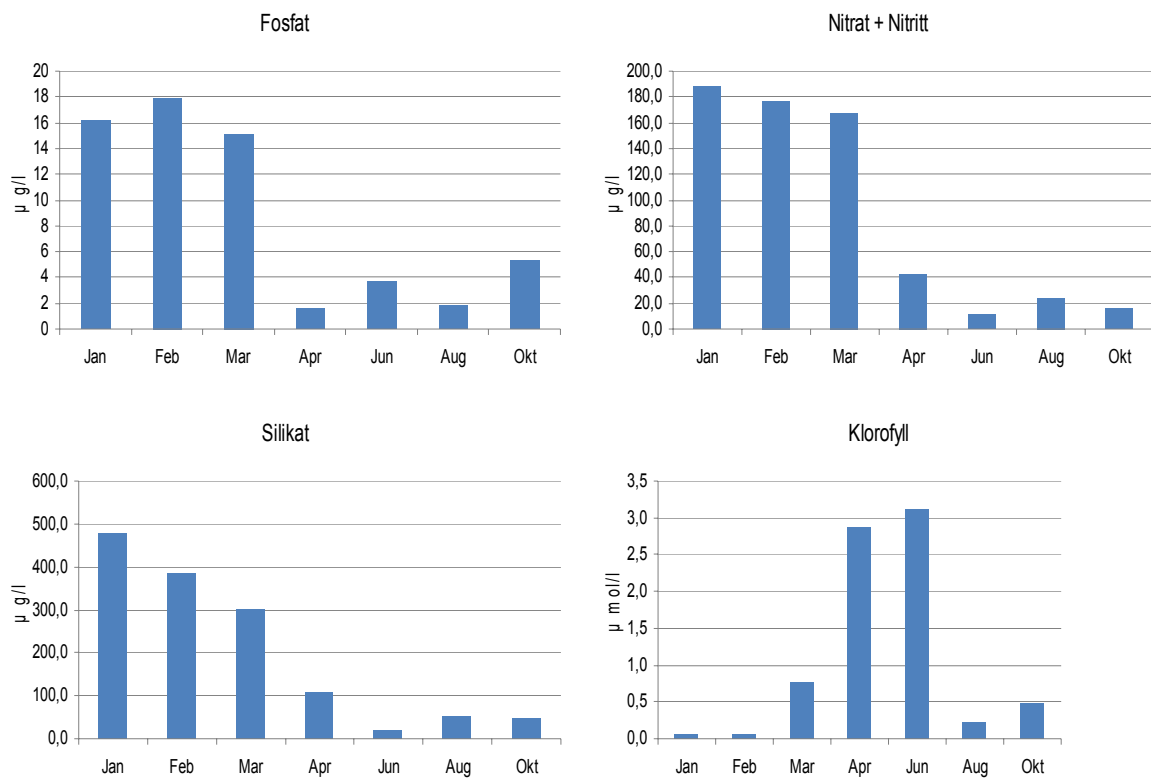
**Figur 15.** Data fra 5 meter dyp for parameterne Fosfat, Nitrat+Nitritt, Silikat og Klorofyll a ved stasjon "OF-1".



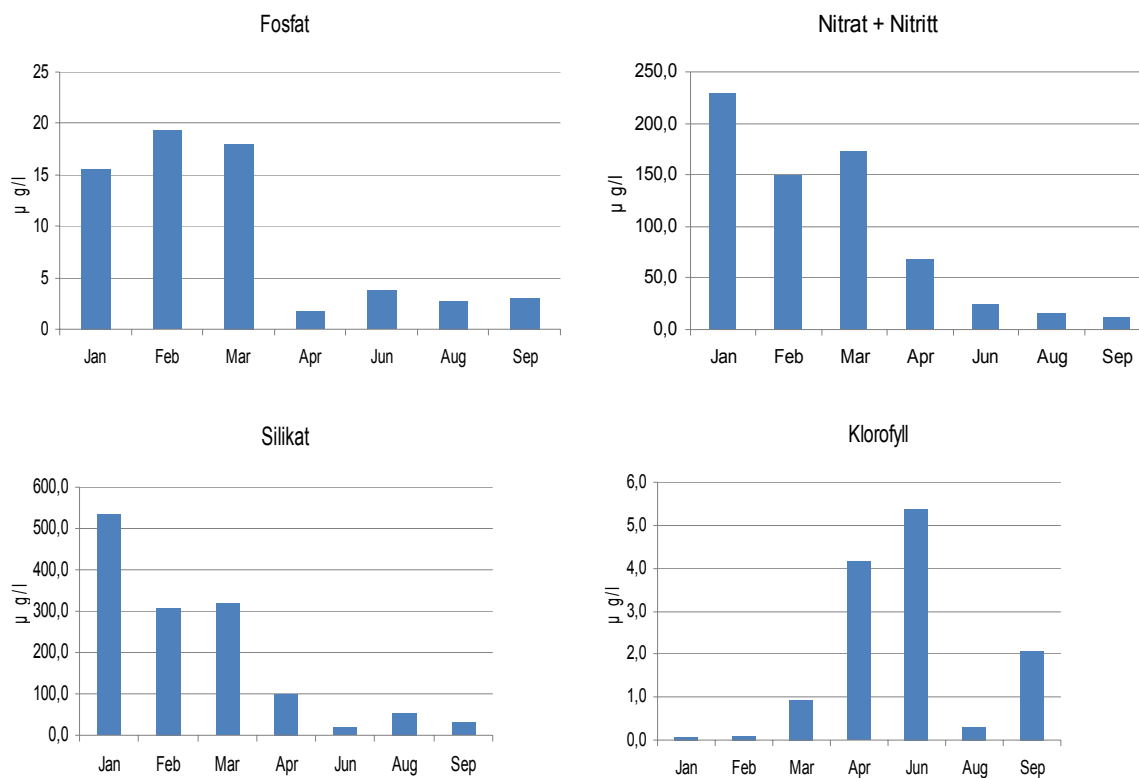
**Figur 16.** Data fra 5 meter dyp for parameterne Fosfat, Nitrat+Nitritt, Silikat og Klorofyll a ved stasjon "OF-2".



**Figur 17.** Data fra 5 meter dyp for parameterne Fosfat, Nitrat+Nitritt, Silikat og Klorofyll a ved stasjon "OF-4".



**Figur 18.** Data fra 5 meter dyp for parameterne Fosfat, Nitrat+Nitritt, Silikat og Klorofyll a ved stasjon "OF-5".



**Figur 19.** Data fra 5 meter dyp for parameterne Fosfat, Nitrat+Nitritt, Silikat og Klorofyll a ved stasjon "OF-7".

## 4. Referanser

Selvik, J., Tjomsland, T., Eggestad, H.O. 2007. Teoretiske tilførselsberegninger av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2006. NIVA-rapport 5512-2007. 66s.